

⑫ 公開特許公報 (A) 平4-84725

⑬ Int. Cl.⁵G 01 L 5/16
G 01 P 15/12
G 01 R 33/02

識別記号

序内整理番号

⑭ 公開 平成4年(1992)3月18日

8803-2F
7187-2F
8203-2G

審査請求 未請求 請求項の数 4 (全12頁)

⑮ 発明の名称 抵抗素子を用いたセンサ

⑯ 特 願 平2-200449

⑰ 出 願 平2(1990)7月27日

⑱ 発明者 岡田 和廣 埼玉県上尾市菅谷4丁目73番地

⑲ 出願人 株式会社ワコ一 埼玉県上尾市菅谷4丁目73番地

⑳ 代理人 弁理士志村 浩

明細書

1. 発明の名称

抵抗素子を用いたセンサ

2. 特許請求の範囲

(1) 基板のほぼ中心に作用部、その周囲に可撓部、更にその周囲に固定部を定義し、この基板下面の前記可撓部に溝を掘るか、またはこの基板の前記可撓部に貫通孔を形成することにより前記可撓部に可撓性をもたせ、前記基板上面の前記可撓部に機械的変形に基づいて電気抵抗が変化する抵抗素子を形成し、前記作用部の前記固定部に対する変位に基づいて生ずる前記抵抗素子の電気抵抗の変化を検出することにより、前記作用部に作用した物理量を検出するセンサにおいて、

前記作用部下面に、この作用部に力を伝達させるための作用体を接合し、

前記固定部下面の第1の部分に、この固定部を支持するための台座を接合し、

かつ、前記固定部下面の第2の部分と、前記作用体上面の一部分とが、所定の間隙をおいて対向するように構成し、前記第2の部分によって前記作用体の上方への変位を所定範囲内に制限できるようにしたことを特徴とする抵抗素子を用いたセンサ。

(2) 請求項1に記載の抵抗素子を用いたセンサにおいて、

台座の内側面と、作用体の外側面とが、所定の間隙をおいて対向するように構成し、前記台座の内側面によって前記作用体の横方向への変位を所定範囲内に制限できるようにしたことを特徴とする抵抗素子を用いたセンサ。

(3) 請求項1または2に記載の抵抗素子を用いたセンサにおいて、

所定の制御面と、作用体の下面とが、所定の間隙をおいて対向するように、台座を前記制御面に固定し、前記制御面によって前記作用体の下方向への変位を所定範囲内に制限できるようにしたことを特徴とする抵抗素子を用いたセンサ。

(4) 基板のほぼ中心に作用部、その周囲に可撓部、更にその周囲に固定部を定義し、この基板下面の前記可撓部に溝を掘るか、またはこの基板の前記可撓部に貫通孔を形成することにより前記可撓部に可撓性をもたせ、前記基板上面の前記可撓部に機械的変形に基づいて電気抵抗が変化する抵抗素子を形成し、前記作用部の前記固定部に対する変位に基づいて生ずる前記抵抗素子の電気抵抗の変化を検出することにより、前記作用部に作用した物理量を検出するセンサにおいて、

前記作用部下面に、この作用部に力を伝達させるための作用体を接合し、

かつ、前記作用体の重心Gから、前記基板上面に垂線を下ろしたとき、この垂線の長さlと、前記垂線の足Pから前記溝の外側部分までの距離rと、の間に、 $l < r$ なる関係が成立つように構成したことを特徴とする抵抗素子を用いたセンサ。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

できれば十分であるが、カメラの手振れ制御、車両のサスペンション制御、車両のアンチロックブレーキシステムの制御などを行うためには、1 G～10 Gといった程度の加速度を検出する必要がある。このような高感度の加速度検出を行うためには、加速度に基づいて力を発生させる機能をもった作用体の重量を増す必要がある。ところが、従来のセンサの構造では、作用体を大きくすることが困難であった。

また、高感度のセンサでは、所定限界以上の大きな力が加わった場合に、半導体基板が損傷する危険性が高くなる。このため、作用体の変位を所定範囲内に制限する部材を作用体の周囲に設ける必要があり、構造が複雑になるという問題が生じる。

更に、三次元方向に作用する力、加速度、磁気などを検出する場合には、半導体基板の基板面に平行な方向とこれに垂直な方向との間で、検出感度に差が生じる。このように検出方向によって感度差が生じることは、高感度のセンサでは特に好

本発明は抵抗素子を用いたセンサ、特に、半導体基板上に形成された抵抗素子に対して加えられる機械的変形を、電気抵抗の変化として検出するセンサに関する。

〔従来の技術〕

力、加速度、磁気などのセンサとして、半導体基板上に抵抗素子を形成し、力、加速度、磁気などの作用によりこの抵抗素子に機械的変形を生じさせ、この機械的変形を電気抵抗の変化として検出するセンサが提案されている。たとえば、特許協力条約に基づく国際出願の国際公開第W088/08522号公報には、本願発明者と同一人の発明による抵抗素子を用いた力・加速度・磁気の検出装置が開示されている。)

〔発明が解決しようとする課題〕

しかしながら、従来提案されている抵抗素子を用いたセンサは、感度の高い測定を行う場合に問題があった。たとえば、加速度センサの場合、車両の衝突検出などに利用するには、フルスケールで10 G～100 Gといった程度の加速度を検出

ましくない。

そこで本発明は、より高感度な物理量測定に適した抵抗素子を用いたセンサを提供することを目的とする。

〔課題を解決するための手段〕

(1) 本願第1の発明は、基板のほぼ中心に作用部、その周囲に可撓部、更にその周囲に固定部を定義し、この基板下面の可撓部に溝を掘るか、またはこの基板の可撓部に貫通孔を形成することにより可撓部に可撓性をもたせ、基板上面の可撓部に機械的変形に基づいて電気抵抗が変化する抵抗素子を形成し、作用部の固定部に対する変位に基づいて生ずる抵抗素子の電気抵抗の変化を検出することにより、作用部に作用した物理量を検出するセンサにおいて、)

作用部下面に、この作用部に力を伝達させるための作用体を接合し、

固定部下面の第1の部分に、この固定部を支持するための台座を接合し、

かつ、固定部下面の第2の部分と、作用体上面

の一部分とが、所定の間隙をおいて対向するように構成し、この第2の部分によって作用体の上方への変位を所定範囲内に制限できるようにしたものである。

(2) 本願第2の発明は、上述の第1の発明に係るセンサにおいて、

台座の内側面と、作用体の外側面とが、所定の間隙をおいて対向するように構成し、台座の内側面によって作用体の横方向への変位を所定範囲内に制限できるようにしたものである。

(3) 本願第3の発明は、上述の第1または第2の発明に係るセンサにおいて、

所定の制御面と、作用体の下面とが、所定の間隙をおいて対向するように、台座を制御面に固定し、この制御面によって作用体の下方向への変位を所定範囲内に制限できるようにしたものである。

(4) 本願第4の発明は、基板のほぼ中心に作用部、その周囲に可撓部、更にその周囲に固定部を定義し、この基板下面の可撓部に溝を掘るか、またはこの基板の可撓部に貫通孔を形成すること

により可撓部に可撓性をもたせ、基板上面の可撓部に機械的変形に基づいて電気抵抗が変化する抵抗素子を形成し、作用部の固定部に対する変位に基づいて生ずる抵抗素子の電気抵抗の変化を検出することにより、作用部に作用した物理量を検出するセンサにおいて、

作用部下面に、この作用部に力を伝達させるための作用体を接合し、

かつ、この作用体の重心Gから、基板上面に垂線を下ろしたとき、この垂線の長さLと、垂線の足Pから溝の外側部分までの距離rと、の間に、 $L < r$ なる関係が成立立つように構成したものである。

〔作用〕

(1) 本願第1の発明によれば、作用体の上面中心部は基板の作用部下面に接合されるが、その側部は基板の固定部下方にまで延びることになる。したがって、全体的に作用体の体積を大きく設計することが可能になり、作用体の重量が増し、感度を向上させることができることが容易にできる。また、作用

体の側部が基板の固定部下方にまで延びているので、基板の固定部下面を制御部材として利用し、作用体の上方への変位を制限することができるようになる。したがって、別個に上方への制御部材を設ける必要がなくなり、構造を単純にすることができるようになる。

(2) 本願第2の発明によれば、更に、台座の内側面と作用体の外側面とが、所定の間隙をおいて対向するように構成される。このため、台座の内側面を制御部材として利用し、作用体の横方向への変位を制限することができるようになる。したがって、別個に横方向への制限部材を設ける必要がなくなり、構造を単純にすることができるようになる。

(3) 本願第3の発明によれば、更に、所定の制御面を設け、作用体の下面とこの制御面とが、所定の間隙をおいて対向するように、台座がこの制御面によって作用体の下方向への変位を所定範囲内に制限できるようになる。

(4) 本願第4の発明は、本願発明者が、基板上面の中心部に定義された作用点と作用体の重心点との間の距離について、その最適範囲を発見したことに基づく。この最適範囲は、三次元方向の物理量を検出するときに、すべての方向についての感度がほぼ均一になるような条件を満たすものである。このため、方向による検出感度に差のないセンサが実現できる。

〔実施例〕

以下本発明を図示する実施例に基づいて説明する。

実施例の構造

第1図は、本発明の一実施例に係る加速度センサの構造断面図である。装置中枢部100は、半導体ペレット10、重錠体20、台座30、制御基板40、の4つの要素から構成されている。この装置中枢部100は、パッケージ200内部の底面に接合されている。パッケージ200の上部には蓋210が被せられている。また、パッケージ200の側部からは、リード220が外部に導

出されている。第2図は装置中枢部100の斜視図である。半導体ペレット10の上面には複数の抵抗素子Rが形成されており、各抵抗素子Rはポンディングパッド52に電気的に接続されている。ポンディングパッド52とリード220との間は、ポンディングワイヤ51によって接続されている。

第3図は、第1図に示す加速度センサの装置中枢部100の断面詳細図である。半導体ペレット10は、この実施例ではシリコン基板からなり、抵抗素子Rは、この半導体ペレット10の上面に不純物を拡散することにより形成されている。もちろんイオン打込み法を用いてもよいし、シリコン基板上にゲージ抵抗を堆積させるSOI構造にしてもよい。このようにして形成した抵抗素子Rは、ピエゾ抵抗効果を有する。すなわち、機械的変形に基づいて電気抵抗が変化する性質を示す。半導体ペレット10の下面には、円環状の溝部C1が形成されている。この実施例では、溝部C1は深部（第3図の上方）にゆくほど幅が狭くなるようなテーパー構造をとっているが、深部ま

で同一幅の溝にしてもかまわない。第4図は、この半導体ペレット10の上面図である。下面に掘られた溝部C1は破線で示されている。いま、第3図および第4図に矢印で示すような座標軸x, y, zを定義すれば、第4図に示す半導体ペレット10をx軸に沿って切断した断面が、第3図に示されていることになる。この溝部C1の形成により、半導体ペレット10を3つの部分に分けることができる。すなわち、溝部C1の内側に位置する作用部11、溝部C1のちょうど上方に位置する可撓部12、そして溝部C1の外側に位置する固定部13、の3つの部分である。別言すれば、半導体ペレット10の中心部分に作用部11、その周囲に可撓部12、更にその周囲に固定部13、がそれぞれ位置する。可撓部12は溝部C1によって肉厚が他の部分より薄くなってしまい、このため可撓性をもつことになる。このような溝を形成するかわりに、基板に部分的に貫通孔を形成して可撓性をもたせるようにしてもよい。

作用部11の下面には重錘体20が接合されて

おり、固定部13の下面には台座30が接合されている。第5図は、重錘体20および台座30の上面図である。第5図の切断線A-Aに沿った断面が第3図に示されていることになる。重錘体20の上面には段差がついており、重錘体上面中心部21と重錘体上面周囲部22とが形成されている。重錘体上面中心部21は、重錘体20の上面の中心部分においてやや隆起した部分であり、この部分が作用部11の下面に接合されている。したがって、重錘体上面周囲部22と半導体ペレット10の下面との間には、間隙部C2が形成されることになる。台座30は、この重錘体20の周囲8方に配置された8つの部材から成り、重錘体20と台座30との間には、溝部C3および溝部C4が形成されている。後述するように、もともと重錘体20と台座30とは、同一基板から構成されていた部材であり、溝部C3および溝部C4によって切断分離されたものである。第5図に示されているように、溝部C3は幅L1、溝部C4はこれより狭い幅L2をもっており、第3図

から明らかなように、溝部C3は上方、溝部C4は下方に形成されている。もちろん、加工上、L1-L2としてもかまわない。

台座30の下面には、制御基板40が接合されている。第6図にこの制御基板40の上面図を示す。制御基板40にはその周囲部分だけを残して溝部C5が掘られており、この溝部C5の底面が制御面41を形成している。第6図の切断線A-Aに沿った断面が第3図に示されていることになる。第3図に示すように、台座30の下面には、制御基板40の周囲部分だけが接合されている。

実施例の製造方法

この装置中枢部100の構造の理解を助けるために、その製造方法を簡単に説明する。まず、第4図に示すような半導体ペレット10を用意する。ここで、溝部C1は、たとえばエッチングプロセスにより形成することができ、抵抗素子Rは所定のマスクを用いた不純物注入プロセスにより形成することができる。続いて、第7図に断面図が、

特開平4-84725 (5)

第8図に上面図が、それぞれ示されるような補助基板50を用意する。ここで、第8図の切断線A-Aに沿った断面が第7図に相当する。補助基板50の材質としては、半導体ペレット10と同じシリコンか、ガラスを用いるのが好ましい。これは、半導体ペレット10と補助基板50とは後に接合されるので、両者の熱膨脹係数を等しくしておこことによりクラックの発生を抑制し、温度特性を改善するためである。この補助基板50の上面には、幅L1をもつ溝部C3が井桁状に掘られており、その内側に幅L3をもった間隙部C2が形成されている。この結果、重錐体上面中心部21と重錐体上面周囲部22との間で段差が生じている。間隙部C2は、たとえばエッティングプロセスにより形成することができ、溝部C3はダイシングブレードを用いた切削加工により形成することができる。ここで注意すべき点は、第3図や第5図に示した溝部C4は、まだ形成されていない点である。したがって、補助基板50はあくまでも1枚の基板の状態である。このようにして用

意した補助基板50の上面を、半導体ペレット10の下面に接合する。このとき、重錐体上面中心部21を作用部11の下面に接合し、補助基板50の周囲の部分（後に台座30を構成することになる部分）を固定部13下面に接合する。このような接合を完了した後に、補助基板50の下面を幅L2のダイシングブレードで切削加工し、溝部C4を形成する。こうして、溝部C3と溝部C4とが繋がり、補助基板50は中央部分の重錐体20と、周囲部分の台座30とに分割されることになる。この後、第6図に示すような制御基板40を用意し、エッティングプロセスなどで溝部C5を形成し、これを台座30の下面に接合する。以上の製造工程を経ることにより、第3図に示す装置中枢部100が得られる。

実施例の動作

続いて、この装置の動作を説明する。第1図に示すように、装置中枢部100はパッケージ200の内部の底面に固着される。制御基板40、台座30、そして固定部13は、互いに固着された

状態となっているので、固定部13は間接的にパッケージ200に固着される。一方、重錐体20は台座30によって周囲を囲まれた空間内で、宙吊りの状態となっている。すなわち、第3図に示すように、重錐体20の下面には溝部C5が形成され、側面には溝部C3および溝部C4が形成され、上面周囲部には間隙部C2が形成されている。そして、この重錐体20の上面中心部だけが作用部11に接合されている。このような宙吊りの状態にある重錐体20に加速度が作用すると、この加速度により作用部11に力が作用することになる。前述のように、可撓部12は可撓性をもった部分であるから、作用部11に力が作用すると、可撓部12が撓みを生じ、作用部11が固定部13に対して変位を生じるようになる。この可撓部12の撓みは、抵抗素子Rに機械的変形をもたらし、抵抗素子Rの電気抵抗に変化が生じる。この電気抵抗の変化は、第1図に示すように、ボンディングワイヤ51およびリード220を利用して、装置外部で検出することができる。この実施

例の装置は、第4図に示すような位置に抵抗素子Rを配置することにより、図のx y z各軸方向についての加速度成分を独立して検出することができる。この検出原理についての説明は、本明細書では省略する。詳細については、前掲の特許協力条約に基づく国際出願の国際公開第W088/08522号公報を参照されたい。

実施例の特徴

ここに述べた加速度センサの特徴は、高感度の加速度測定に適しているという点である。その第1の理由は、限られたスペース内で、重錐体20の体積をできる限り大きくとることができるのである。第3図に示すように、重錐体20は重錐体上面中心部21でのみ作用部11に接合されているが、その周囲は横に広がり、溝部C1を跨いで固定部13の内側部分にまで延びている。このため、重錐体20の質量を大きくすることができ、わずかな加速度が加わっても十分な力を作用部11に伝達することができる。そして第2の理由は、単純な構造で重錐体20の変位を所定範囲内

に制限する制御部材を構成することができるためである。第3図に示す構造において、重錐体20の上方向への変位、横方向への変位、下方向への変位、のそれぞれがいずれも所定範囲内に制限されている。まず、上方向の変位については、固定部13の下面の一部が制御部材として機能することが理解できよう。第3図において、重錐体20が上方向に動こうとした場合、可撓部12の撓みにより、作用部11が上方向に動き、それに伴い重錐体上面中心部21も上方向に動く。ところが、重錐体上面周囲部22の外周部分は、固定部13の下面に当接して動きが妨げられる。別言すれば、重錐体20の上方向の変位は、間隙部C2の寸法の範囲内に制限される。この制限作用は、第9図を参照するとより明瞭になろう。第9図は半導体ペレット10の下面図であり、重錐体20の位置を破線で示してある。重錐体20は、中央の斜線によるハッチングを施した部分（作用部11の下面）にのみ接合されている。溝部C1の外側の部分が固定部13となるが、このうち、ドットによ

るハッチングを施した部分が、制御部材としての機能を果たす面である。重錐体20はこの面に当接し上方への動きが制限される。一方、横方向の動きについては、第3図から明らかなように、台座30の内側面に重錐体20の側面が当接し、溝部C4の寸法の範囲内に変位は制限される。また、下方向の動きについては、制御基板40の制御面41に重錐体20の下面が当接し、溝部C5の寸法の範囲内に変位は制限される。このように、すべての方向の動きについて、重錐体20の変位が所定範囲内に制限されているため、過度な変位により半導体ペレット10が破損する危険を回避することができる。このような変位の制御は、高感度のセンサの場合は特に重要である。本発明の構造によれば、上方向の変位を半導体ペレット10を利用して制御し、横方向の変位を台座30を利用して制御しているため、それぞれ別途制御部材を設ける必要がなくなり、構造が非常に単純になる。したがって、量産化を図れるというメリットも生じる。

他の実施例

以上、本発明を図示する一実施例に基づいて説明したが、本発明はこの実施例のみに限定されるものではなく、種々の態様で実施可能である。以下に、別な実施例をいくつか示す。

第7図および第8図に示す補助基板50を形成する方法として、前述の実施例では、ダイシングブレードによる切削加工により溝部C3を形成し、エッチングプロセスにより間隙部C2を形成する方法を一例として示したが、ダイシングブレードによる切削加工により間隙部C2を形成してもかまわない。これは、たとえば、第10図に示すように、幅L3のダイシングブレード61を用意し、第11図の破線で示す経路を通りながら切削加工を行って補助基板50'を形成すればよい。もちろん、幅L3以下のダイシングブレードを何回か通過させて幅L3の溝を掘るようにしてもかまわない。第11図で、ハッチングを施した領域だけが、切削加工を受けなかった部分である。このような切削加工を行うと、台座30となる部分

も一部切削されてしまうが、台座30としての機能に何ら支障は生じない。一般に、補助基板を大量生産する場合、第11図に示すような補助基板50'を1単位とし、これをウエハ上に縦横に多数配置し、ウエハ単位で基板の加工を行った後、ダイシング工程により各単位を切断することになる。このようなウエハ単位の加工には、上述した切削加工は非常に効率的である。ダイシングブレード61をウエハ上で一直線に移動させれば、多数の補助基板に対する切削加工を一度に行うことができるのである。

前述の実施例では、半導体ペレット10に掘られた溝部C1は、第4図に示すように円環状のものであった。このような円環状の溝は、エッチングプロセスによって容易に形成することができるが、ダイシングブレードによる切削工程で形成するには、ダイシングブレードの移動制御が複雑になり不適当である。本発明では、半導体ペレット10に形成する溝部は円環状に限定されるものではない。ここでは、半導体ペレット10'の下面

に井桁状の溝部 C 6 を形成した実施例の断面図を第 1 2 図に、下面図を第 1 3 図にそれぞれ示す。第 1 3 図に示すように、幅 L 4 のダイシングブレード 6 2 を用意し、破線で示す経路を通して切削加工を行えばよい。もちろん、幅 L 4 以下のダイシングブレードを何回か通過させて幅 L 4 の溝を掘るようにしてかまわない。第 1 3 図で、ハッキングを施した領域だけが、切削加工を受けなかった部分である。このような切削加工を行うと、作用部 1 1'、可撓部 1 2'、固定部 1 3' の形状は、前述の実施例とは若干異なってくるが、各部の機能については何ら支障は生じない。第 1 4 図は、この半導体ペレット 1 0' の下面図であり、重錐体 2 0 の位置を破線で示してある。重錐体 2 0 は、中央の斜線によるハッキングを施した部分（作用部 1 1' の下面）にのみ接合されている。溝部 C 6 の外側の部分が固定部 1 3' となるが、このうち、ドットによるハッキングを施した部分が、制御部材としての機能を果たす面となる。この実施例も、ウェハ単位での加

工に適した方法となる。

第 1 5 図に示す実施例は、制御基板 4 0 の代わりにスペーサ 7 0 を用いたものである。このスペーサ 7 0 としては、たとえば、ガラス繊維のフィルムなどを用いればよい。このスペーサ 7 0 を台座 3 0 の下面とパッケージ 2 0 0 の内部底面との間に挟み、ダイボンドなどの方法により固着すれば、パッケージ 2 0 0 の内部底面自体を、重錐体 2 0 の下方向の変位を制御する部材として利用することができる。重錐体 2 0 の下方向の許容変位は、スペーサ 7 0 の厚みによって決定される。

以上の実施例は、いずれも加速度センサに本発明を適用したものであるが、前述の重錐体 2 0 を一般的な作用体に置き換えれば、本発明は磁気センサや力センサにも適用可能である。たとえば、磁気センサに適用する場合は、重錐体 2 0 の代わりに磁気に反応する何らかの作用体（磁性体でよい）を用いればよい。また、力センサに適用する場合は、たとえば、第 1 6 図に示すように、半導体ペレット 1 0 を支持部材 8 0 によって支持され

ば、作用体 2 0' に図のように作用する外力 F を検出することができる。あるいは、第 1 7 図に示すように、半導体ペレット 1 0 および台座 3 0 の側面を支持部材 9 0 によって支持じても同様である。

加速度センサの利用例

以上述べたように、本発明を加速度センサに適用すれば、三次元方向の加速度を高感度で検出することが可能になる。このような高感度加速度センサは種々の分野で利用可能である。たとえば、自動車事故から搭乗者を保護するためのシステムとして、エアバッグが普及はじめている。ところが、いまのところ、一次元方向の加速度センサしか実用化されていないため、現在のエアバッグは正面衝突を想定したシステムとなっている。すなわち、第 1 8 図に示すように、矢印方向の衝撃を検出したときに、搭乗者 3 0 0 の正面でエアバッグ 3 1 0 を膨らませ、搭乗者 3 0 0 をシート 3 0 5 とエアバッグ 3 1 0 との間に挟むようにして保護している。したがって、エアバッグ

3 1 0 は球状のものが用いられている。これに対し、本発明による加速度センサは、三次元方向の加速度を高感度で検出することができる、側面衝突が起こった場合でも衝撃を検出することができる。したがって、第 1 9 図に示すように、搭乗者 3 0 0 の側方をも覆うような形状のエアーバッグ 3 2 0 を用意しておき、本発明による加速度センサの検出信号でこれを膨らませるようにすれば、側面衝突についても対処できるエアーバッグシステムが導入できる。

三次元の各軸方向の検出感度

本発明のセンサによれば、三次元方向の力、加速度、磁気、を検出することができるが、各軸方向についてのこれらの物理量の検出感度に大きな差があると問題である。いま、第 2 0 図に示すような加速度センサの単純なモデルを考える。この加速度センサは、重錐体 2 0 に与えられた加速度を、半導体ペレット 1 0 の上面の点 P（重錐体 2 0 の重心 G から半導体ペレット 1 0 の上面に下ろした垂線の足）に作用する力（あるいはモーメ

ント)として検出していることになる。ここで、第20図の矢印に示す方向に、x軸、y軸(紙面に垂直な方向)、z軸を定義し、質量mの重錠体20に作用する加速度を、重心Gに作用する加速度として考えることにする。すると、重心Gに作用するz軸方向の加速度 α_z は、点Pにおいてz軸方向に作用する力 F_z (=m· α_z)として検出される。これに対し、重心Gに作用するx軸方向の加速度 α_x は、点Pにおけるy軸まわりのモーメント M_y (=m· α_x ·L)として検出され、重心Gに作用するy軸方向の加速度 α_y は、点Pにおけるx軸まわりのモーメント M_x (=m· α_y ·L)として検出される。したがって、半導体ベレット10を平面的にシンメトリックな構造としておけば、x軸方向に作用する加速度の検出感度とy軸方向に作用する加速度の検出感度とは、ほぼ等しくできる。ところが、これらとz軸方向に作用する加速度の検出感度とは一般に異なる。

本願発明者は、モーメント M_x および M_y が、

垂線の長さLをパラメータとしてもつ量であることに着目し、Lを適当な値に定めてやることにより、x y z 3軸方向の検出感度をほぼ同じにできることに気が付いた。そして、実験の結果、しが次のような条件を満たせば、3軸方向の検出感度がほぼ等しくなることを発見した。すなわち、第20図に示すように、点Pから半導体ベレット10に掘られた溝深部の内側部分までの距離をr1、点Pからこの溝深部の外側部分までの距離をr2としたとき、 $r_1 < L < r_2$ なる関係が成り立つようすれば、3軸方向の検出感度がほぼ等しくなるのである。ただし、x、y、z各軸の感度は可撓部や作用部などの形状によっても多少変化を受ける。このため $r_1 < L < r_2$ なる関係を完全に満たさない場合もあり、少なくとも $L < r_2$ なる関係が保たれていれば検出感度を均一にする効果があらわれる。したがって、本発明に係るセンサを実際に製造する場合は、このような条件を考慮して各部の寸法設計を行うのが好ましい。)

センサの試験方法

本願発明に係るセンサを大量生産する場合、各センサを出荷前に試験する必要が生じる。このような試験を容易に行うための方法が、特開平1-343354号明細書に開示されている。この試験方法は、本願発明に係るセンサにも適用可能である。第21図は、この試験方法を第3図に示す装置中枢部100に適用したときの構造を示す側断面図、第22図はこのときの制御基板40の上面図である。重錠体20の底面には、1枚の電極板E0が形成され、制御基板40の制御面41上には、この電極板E0に対向するように4枚の電極板E1~E4が形成される。各電極板に対しては、それぞれ配線層が接続されるが、ここでは図示を省略する。また、ここでは図が繁雑になるのを避けるため、各電極層についてのみハッチングを施して示す。このような電極層を形成しておき、各電極層に所定の極性の電圧を印加すると、対向する電極層間にクーロン力が作用し、加速度が作用していないにもかかわらず重錠体20に力を作

用させることができる。各電極層に印加する電圧の極性を変えることにより、種々の方向へ力を加えることが可能になる。各電極層に印加した電圧と、そのときのセンサ本来の出力とを比較すれば、このセンサが正常に動作するか否かを試験することができる。なお、詳細については、前掲明細書を参照されたい。

[発明の効果]

(1) 本願第1の発明による抵抗素子を用いたセンサによれば、作用体の側部を基板の固定部下方にまで延ばすようにしたため、全体的に作用体の体積を大きく設計することが可能になり、作用体の重量が増し、感度を向上させることができるのである。また、基板の固定部下面を制御部材として利用し、作用体の上方への変位を制限することができるようになるため、高感度な物理量測定に適したセンサを単純な構造で実現できる。

(2) 本願第2の発明によれば、上述のセンサにおいて、台座の内側面を制御部材として利用し、作用体の横方向への変位を制限するようにしたた

め、高感度な物理量測定に適したセンサを単純な構造で実現できる。

(3) 本願第3の発明によれば、上述のセンサにおいて、作用体の下面と所定の制御面とが、所定の間隙をおいて対向するように台座を固定し、この制御面によって作用体の下方向への変位を所定範囲内に制限できるようにしたため、高感度な物理量測定に適したセンサを単純な構造で実現できる。

(4) 本願第4の発明による抵抗素子を用いたセンサによれば、基板上面の中心部に定義された作用点と作用体の重心点との間の距離を最適範囲に設計するようにしたため、三次元の各軸方向の検出感度を均一にすることができる。

4. 図面の簡単な説明

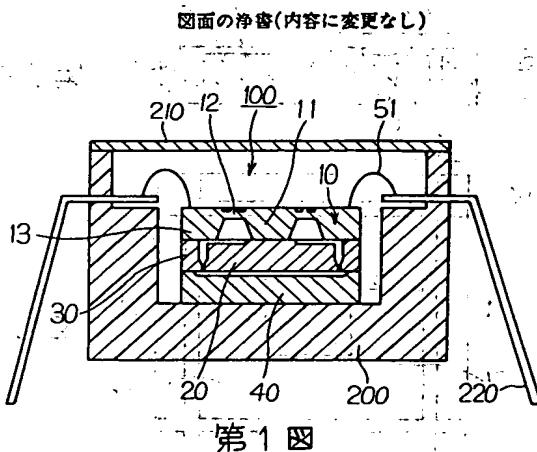
第1図は本発明の一実施例に係る加速度センサの構造側断面図、第2図は第1図に示すセンサの装置中枢部の斜視図、第3図は第2図に示す装置中枢部の詳細側断面図、第4図は第3図に示す半

導体ペレット10の上面図、第5図は第3図に示す重錐体20および台座30の上面図、第6図は第3図に示す制御基板40の上面図、第7図および第8図は第5図に示す重錐体20および台座30を形成するもとになる補助基板50の側断面図および上面図、第9図は第3図に示す半導体ペレット10に重錐体20を接合する位置を示す図、第10図および第11図は本発明の別な実施例に係る補助基板を示す側断面図および上面図、第12図および第13図は本発明の更に別な実施例に係る半導体ペレットを示す側断面図および下面図、第14図は第13図に示す半導体ペレット10'に重錐体20を接合する位置を示す図、第15図は本発明のまた別な実施例に係る加速度センサの構造側断面図、第16図および第17図は本発明の一実施例に係る力センサの側断面図、第18図は従来のエアーバッグシステムの説明図、第19図は本発明に係る加速度センサを利用したエアーバッグシステムの説明図、第20図は本発明による寸法設計の原理を示す図、第21図は本

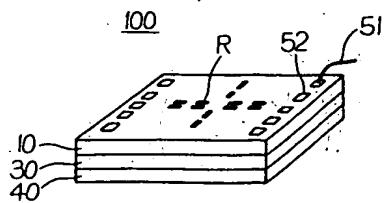
発明に係るセンサに特有な試験方法を適用したときの構造を示す側断面図、第22図は第21図に示す制御基板40の上面図である。

10, 10' …半導体ペレット、11, 11'…作用部、12, 12'…可撓部、13, 13'…固定部、20…重錐体、20'…作用体、21…重錐体上面中心部、22…錐体上面周囲部、30…台座、40…制御基板、41…制御面、50, 50'…補助基板、51…ボンディングワイヤ、52…ボンディングパッド、61, 62…ダイシングブレーク、70…スペーサ、80, 90…支持部材、100…装置中枢部、200…パッケージ、210…蓋、220…リード、300…搭乗者、305…シート、310, 320…エアーバッグ、C1…溝部、C2…間隙部、C3~C6…溝部、E0~E4…電極層、G…重心、P…垂線の足、抵抗素子R。

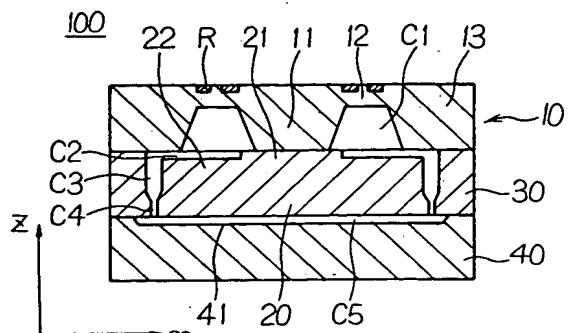
特許出願人 株式会社ワコ
出願人代理人 弁理士 志村 浩



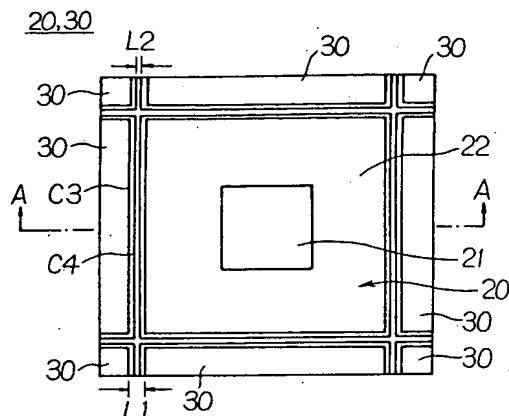
第1図



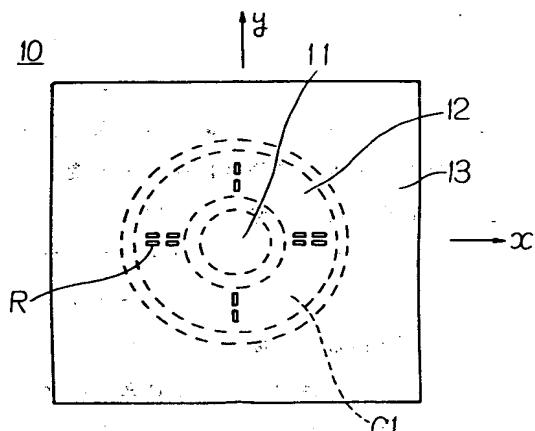
第2図



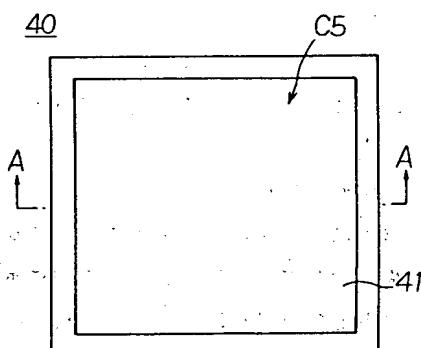
第3図



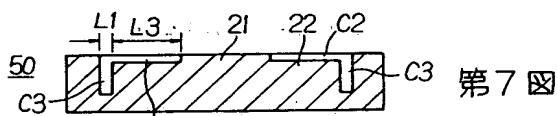
第5図



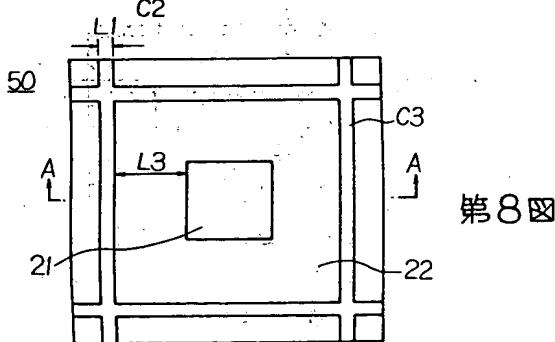
第4図



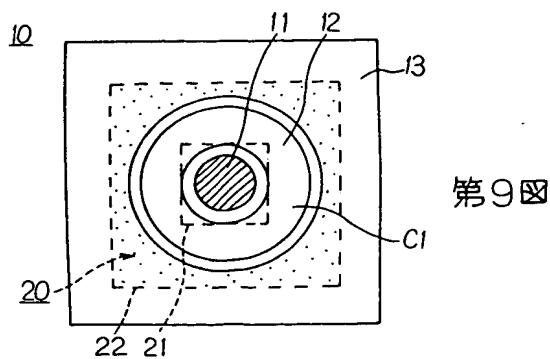
第6図



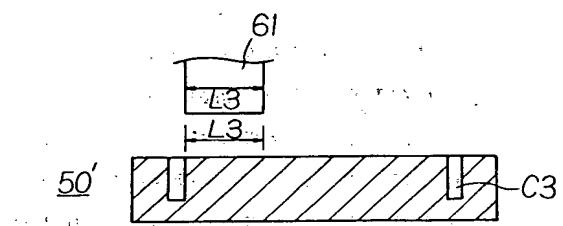
第7図



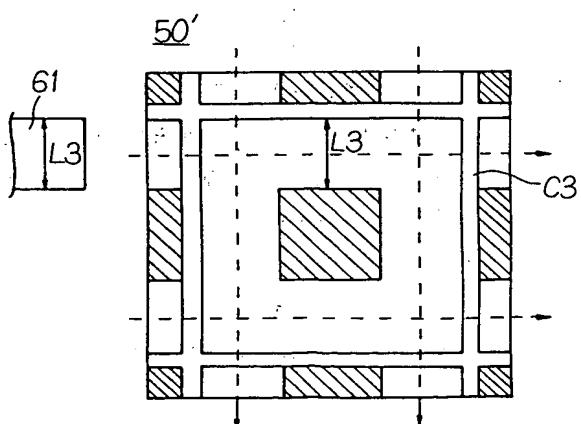
第8図



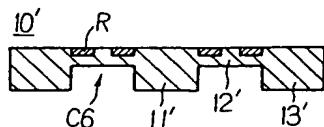
第9図



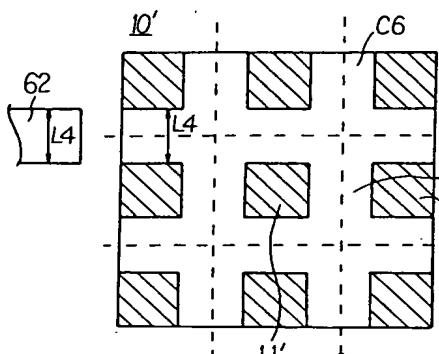
第10図



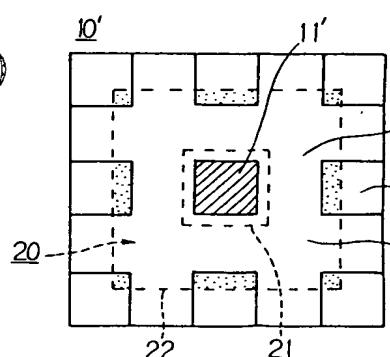
第11図



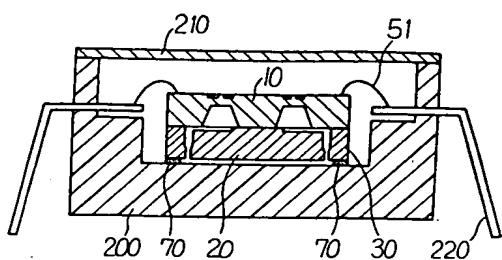
第12図



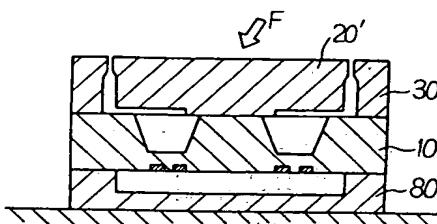
第13図



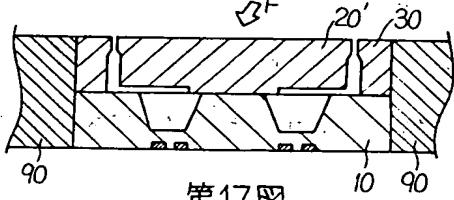
第14図



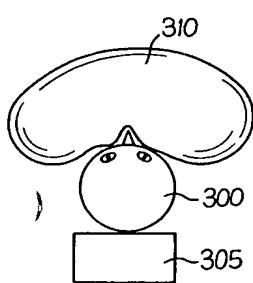
第15図



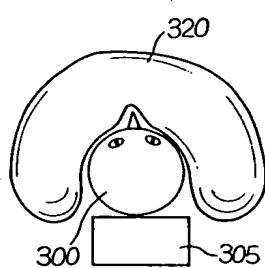
第16図



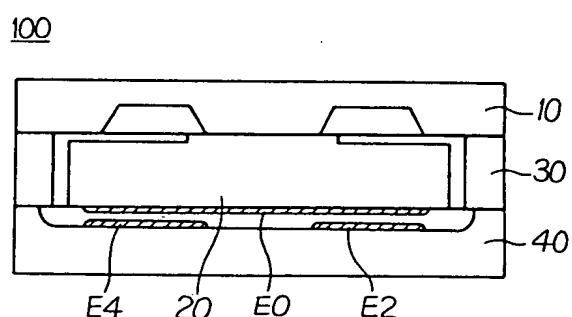
第17図



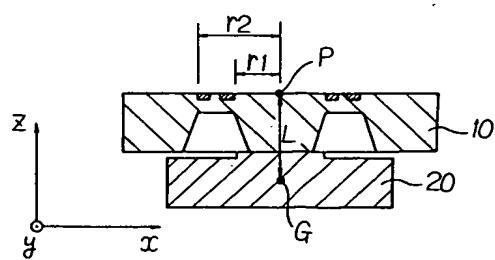
第18図



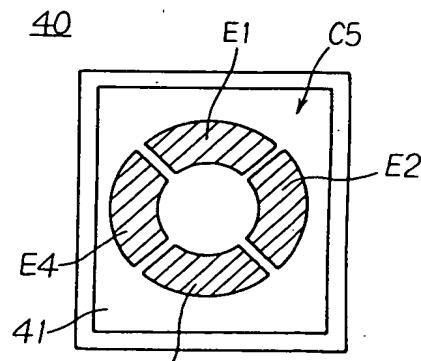
第19図



第21図



第20図



第22図

手 続 補 正 書

平成2年8月3日



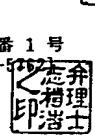
特許庁長官殿

1 事件の表示 02-200449
平成2年7月27日提出の特許願

2 発明の名称 抵抗素子を用いたセンサ

3 補正をする者 事件との関係 特許出願人
住 所 埼玉県上尾市菅谷四丁目73番地氏名 田和廣
会社 株式会社ワコー

代表者 田和廣

4 代理人 住 所 東京都大田区南蒲田二丁目6番1号
姓 名 井理士志村 (郵便番号 144)
会社 ベル・シェラビル [電話 03-730-5252]

5 補正の対象 図面

6 補正の内容 図面の净書（内容に変更なし）を別紙の通り
補正する。